

Das Göbel Biegewellenwandler-Patent

www.goebel-highend.de

Göbel High End
Schabweg 4a
82239 Alling

Ansprechpartner: Oliver Göbel

Telefon: +49 (0) 8141 / 22 55 887
Telefax: +49 (0) 8141 / 22 55 889

oliver.goebel@goebel-highend.de

1. Das Biegewellenwandler-Prinzip

1. 1. Die Ausbreitung von Wellen in festen Medien

In festen Medien breiten sich eingeleitete Schwingungsenergien in Form verschiedener Wellen aus:

In dickeren Medien entstehen hauptsächlich Dehn- und Dichtewellen, an Grenzflächen zu anderen Oberflächen bilden sich zusätzlich Oberflächenwellen, und in dünnen Medien breiten sich zudem Schub- und / oder Biegewellen aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der unterschiedlichen Wellenarten ist stets abhängig von der jeweiligen Frequenz, die eingeleitet wird. Zusätzlich werden die verschiedenen Wellenarten von weiteren Parametern beeinflusst:

- Bei Dehn- und Dichtewellen ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit abhängig von den Materialkonstanten, die durch die Molekularstruktur – also Dichte und Verkettung der Moleküle – bestimmt wird.
- Oberflächenwellen breiten sich in Abhängigkeit der Molekularstruktur beider Grenzflächenmedien aus.
- Schubwellen, bei denen keine Volumen- und Dichteänderung mit der Formänderung der Wellenausbreitung verbunden ist, hängen von der Elastizität, dem spezifischen Gewicht und der Fähigkeit zur Querkontraktion ab.
- Biegewellenwellen sind neben der eingeleiteten Frequenz abhängig von der Biegesteifigkeit (Flexibilität) und der Massebelegung.

Dehnwellen, Dichtewellen und Oberflächenwellen zeichnen sich durch eher geringe Amplituden aus. Um die daraus resultierenden Luftdruckveränderungen hörbar zu machen, müsste man diese sehr stark verstärken, wodurch es zu extremen Verzerrungen kommen würde. Schub- und Biegewellen dagegen breiten sich mit einer relativ großen Amplitude auf festen Medien aus und eignen sich daher hervorragend als Schallwandler.

1. 2. Die Funktionsweise eines Biegewellenwandlers

Um das Grundprinzip eines Biegewellenwandlers zu veranschaulichen, ist folgendes einfaches Gedankenmodell sehr hilfreich:

Stellen Sie sich einfach vor, Sie werfen einen Stein ins Wasser! Die Wasseroberfläche wird durch diesen Impuls aus ihrer Ruhelage gebracht. Dies wird sichtbar in Form einer Wellenfront, die sich auf der Ebene nach allen Seiten gleichmäßig ausbreitet.

Genau nach diesem Prinzip arbeitet auch ein Biegewellenwandler:

Hier wird auf das Membran (in unserem Beispiel die Wasseroberfläche) durch einen elektrodynamischen Antreiber (der Steinwurf) eine Wellenfront aufgebracht. Diese Wellenfront pflanzt sich nun, genau wie im Wasser, auf der Membranoberfläche fort: eine Biegewelle ist entstanden. Die daraus resultierenden Luftdruckveränderungen nehmen wir als Schallereignis war.

1. 3. Der biegesteife Biegewellenwandler

Für die Schallerzeugung mit extrem breitbandiger Frequenz- und Phasenlinearität, Impulstreue und fehlender Schallbündelung eignet sich nur ein biegesteifer Biegewellenwandler. Wie bereits erwähnt, weisen Biegewellen eine frequenzabhängige Ausbreitungsgeschwindigkeit auf der Membran auf. Dieser Effekt wird als „Dispersion der Biegewelle“ bezeichnet und führt dazu, dass sich die Phasengeschwindigkeit auf der Membran bei steigender Frequenz erhöht.

Die Frequenz, bei der die Phasengeschwindigkeit auf der Membran identisch ist mit der in der Luft, wird „Koinzidenzfrequenz“ genannt und lässt sich über die Biegesteifigkeit (Maßeinheit: E-Modul) und der Massebelegung einstellen.

2. Der Göbel Biegewellenwandler

Bei normalen biegesteifen Biegewellenwandlern werden die Luftdruckveränderungen, die durch Biegewellen unterhalb der Koinzidenzfrequenz (siehe 1.3.) entstehen, kurzgeschlossen und der Biegewellenwandler arbeitet in diesem Bereich nur noch als Kolbenstrahler. Oberhalb der Koinzidenzfrequenz steigt der Wirkungsgrad sprunghaft an und die Biegewelle beginnt sich unter einem Winkel von > 0 Grad abzulösen.

Im Gegensatz zu einem normalen biegesteifen Biegewellenwandler strahlt der Göbel Biegewellenwandler auch unterhalb der Koinzidenzfrequenz noch Schall durch Biegewellen ab. Das Geheimnis liegt hier in der Massebelegung, der inneren Dämpfung der Membran und der biegewellenbedämpfenden Eigenschaften der 9-schichtigen Verbundmembran. Der Vorteil dabei ist, dass ein langsamer Übergang der Schallabstrahlung durch Biegewellen hin zur Schallabstrahlung durch eine Kolbenbewegung im Sinne eines konventionellen Kolbenschallwandlers erfolgt.

Dies führt bei richtiger Dimensionierung der oben genannten Parameter zu einem perfekten Rundstrahlverhalten und zu einer idealen Ankopplung an einen herkömmlichen Lautsprecher (z.B. Subwoofer).

Beim Göbel Biegewellenwandler wird die Biegewelle aber nicht nur über den gesamten Frequenzbereich kontrolliert auf das Biegewellenmembran eingeleitet sondern auch über den gesamten Frequenzbereich kontrolliert abgedämpft. Denn wie auch die Wellenfront im Wasser an Begrenzungsflächen reflektiert wird, so geschähe dies auch mit der Wellenfront auf der Membran, was zu einer halligen, diffusen und verwaschenen Schallwiedergabe führen würde. Damit dies nicht passiert, umfasst unsere patentierte Abdämpfung drei Maßnahmen, die diese Reflexionen an den Begrenzungsflächen komplett verhindern:

2. 1. Die spezielle Biegewellenmembran

Das nach unseren Spezifikationen gefertigte Kernmaterial der 9-schichtigen Biegewellenmembran besteht aus einem speziellen Holz, das durch seine spezifischen Eigenschaften (Raumgewicht, Ligningehalt (Druckfestigkeit), Restfeuchte, ...) zu dem hervorragenden Klang beiträgt. Außerdem verhindert die Anisotropy (Inhomogenität) des Holzes ausgeprägte Resonanzen. Dieses Kernmaterial wird in unserer Firma mit verschiedenen Harzen und Gewebelagen behandelt und anschließend mit Hilfe eines hoch entwickelten Pressverfahrens verdichtet. Wir verwenden hierbei nur Harze und Gewebelagen allerhöchster Güte, die zu den klangrelevanten physikalischen Eigenschaften auch beste Alterungsbeständigkeiten aufweisen.

Bedingt durch die Ausrichtung der Gewebelagen, den Abmessungen der Membran, der Faserausrichtung und den physikalischen Eigenschaften des Kernmaterials wird die Amplitude der angeregten Biegevelle während ihrer Laufzeit auf der Membran stetig abgedämpft.

2. 2. Die Einspannungen an den Außenkanten

Die Einspannungen an den Außenkanten bestehen aus sehr unterschiedlichen Materialien (Aluminium, Holz, Silicon, Gummi, Moosgummi und MDF), durch deren Kombination uns über den gesamten Frequenzbereich ein gleichmäßiger Wellenabschluss der Biegevellemembran an den Rahmen gelungen ist. Hierdurch werden Rückreflexionen, die man normalerweise an allen Grenzflächen zu anderen Medien vorfindet (den Membranaußenkanten), ausgeschlossen. Dies geschieht über den gesamten Frequenzbereich, der sich beim Göbel Biegevellemwandler über mehr als 7 Oktaven erstreckt.

2. 3. Die Einschnitte in der Biegevellemembran

Die Einschnitte haben hauptsächlich die Aufgabe parasitäre Schwingungsenergien, die sich noch auf der Membran befinden, diffus zu zerstreuen, damit sich keine stehenden Wellenfelder aufbauen können. Die hierfür benötigten Winkelgeometrien und Positionen müssen auf das Hundertstel genau berechnet und ausgeführt werden. Um die Toleranzen so gering wie nur möglich zu halten, werden die Einschnitte mit einem computergesteuerten Laser vorgenommen. Bei diesem Bearbeitungsverfahren tritt keine Zerspanung auf und das Kernholz wird gleichzeitig luftdicht versiegelt.

Aufgrund all dieser Maßnahmen schaffen wir einen einzigartigen, extrem verzerrungsarmen, impulschnellen und dynamischen Lautsprecher, der jegliche Musik „Detaille“ – getreu und ohne Verfärbungen wiedergibt. Denn nicht nur Geigen, Gitarren und Klaviere funktionieren nach dem Biegevellemprinzip sondern auch die außergewöhnlichen Lautsprecher von Göbel Audio.

Kurz gesagt: die natürlichsten Lautsprecher auf dem Weltmarkt!